建築鋼構造のリユースシステムに関する研究

—リユース材の構造性能—

REUSE SYSTEM OF BUILDING STEEL STRUCTURES

—Structural performance of reusable members—

藤田 正則*, 前田 親範**, 岩田 衛***

Masanori FUJITA, Chikanori MAEDA and Mamoru IWATA

Authors proposed a reuse management model of building steel structures using information technology. This paper discusses structural performance of reusable members equivalent to Japanese Industrial Standard, which are rolled-H shape steel products. Fabrication of standard length for reusable member obtained by careful demolition is mainly welding, cutting, filling in holes of high strength bolt. Here, structural performance of these members welded by full penetration to produce standard length and welded to fill in holes is examined. Authors conduct fundamental test and partial frame test of girder to column connection, and evaluate structural performance for reusable members of building steel structures.

Keywords : Building steel structure, Reusable member, Structural performance, Test, Rolled-H shape steel product

建築鋼構造、リユース材、構造性能、実験、圧延H形鋼

1. 序論

リユース材は環境負荷削減の一つの手法であるものの、それが既存の流通と同様に循環するためには、従来の生産・製品の供給という「動脈産業」に対して、その処理、再生、再利用を行う「静脈産業」の確立が必要である^{1) 2) 3) 4) 5)}。著者らは、廃棄物重量とLCCO₂量に着目した建築鋼構造における環境負荷の評価に関する研究や情報技術を利用した建築鋼構造のリユースシステムに関する研究を行っている^{6) 7)}。

リユースシステムの基本検討項目として、1) リユースビジネス調査、2) データベースの構築方法⁸⁾、3) スtockヤードの設置方法⁹⁾、4) リユース材の加工方法、5) リユース材の性能評価、6) 丁寧な解体方法、等が挙げられる。

このうち、2) では、リユース材のデータベース構築方法の提案とそれを用いたデータベースの構築例を示しており、3) では、リユースフローにおいて重要な部材等のモノの動きに注目し、リユースシステムの合理性を追求するためのStockヤードの設置方法に関して提案している。上記の1)～6) は並行して検討しているもので、ここでは、5) を取り上げる。

リユース材の性能評価にあたっては、解体現場で行う目視検査等の一次検査と加工工場やStockヤードにおいて行う機械的性質、化学成分分析、寸法検査等の二次検査がある。二次検査では、

リユース材としての構造性能を判定し、ミルシートに相当する性能評価シートを発行することになる。これらのリユース材には、余剰材や端材の他、その大部分を丁寧な解体（以降、丁寧な解体とは、リユース材とするために建物の解体時の部材に損傷をできるだけ与えないように解体する工法をいう）によって得られる解体材、あるいはそれらの組合せがある。中でも、丁寧な解体によって得られた解体材は、寸法形状、履歴性状、ガセットプレートやスチフナの有無、塗膜等の様々の性能を有すると想定される。これらの部材をリユース材として利用するためには、部材切断、仕上げ、定尺寸法にするための部材継ぎ（以降、部材継ぎとはリユース材を想定し、丁寧な解体等より得られた解体材を部材継ぎ溶接、あるいはボルト穴を穴埋め溶接して定尺寸法にすることをいう）等を必要とし、それらの構造性能を確認する必要がある。

本論では、丁寧な解体によって得られた解体材をリユース材として使用する場合の構造性能を検討し、リユース材の性能評価や加工方法等の基礎データにつなげるものである。その際、リユース材の加工フローのうち、定尺寸法にするために主要な加工となる部材継ぎ溶接、穴埋め溶接を取り上げる。まず、リユース材を想定して、これらの溶接により得られた部材の降伏点や伸び等の材料特性を基礎実験により明らかにする。さらに、リユース材を

* 新日本製鐵㈱エンジニアリング事業本部 博士(工学)

** 前田親範一級建築事務所

*** 神奈川大学工学部建築学科 教授・工博

Engineering Division, Nippon Steel Corporation, Dr. Eng.

Maeda Office

Prof., Dept. of Architecture and Building Engineering, Kanagawa University, Dr. Eng.

想定した柱梁接合部の部材実験により、その構造材としての有効性を確認する。

2. リユース材の種類

2.1 リユース材の材質

構造用鋼材は、日本工業規格品（以下、JIS規格品という）、JIS規格同等品（JIS規格外品）、大臣認定品、無規格品に分類される。このうち、想定するリユース材は、主に鉄鋼メーカーによりプレハブ化された無耐火被覆の工場・倉庫等（図1）に使用されている主要構造部材のうち、その大部分を占めるJIS規格品の一般構造用圧延鋼材や溶接構造用圧延鋼材である¹⁰⁾。これらのうち、圧延H形鋼は、ビルドアップH形鋼やボックス断面鋼に比べて、JISやISOで規格化されたサイズ体系により製造されているため、リユース材として取り扱い易い。この場合、リユース材は新材（以降、新材とはリユース材として使用せず、新規に製造する材料をいう）がミルシートにより品質を確保していると同様に、それに見合った鋼材とする必要がある。従来、新材を利用した部材継ぎの接合法の一つに、現場継ぎ手における現場溶接がある。この接合法はJISやJASSを満たすもので、ここで述べるリユース材の部材継ぎの構造性能は新材の現場溶接のそれと同等以上とする。なお、ミルシート付きの余剰材や端材を部材継ぎしたものは、従来の加工法と同様なので、新材と同様の扱いとする。

2.2 リユース材の等級

2.1で述べた主要構造部材の部材継手には主に高力ボルト摩擦接合、溶接接合、あるいはそれらの組み合わせがあり、リユース材とするにあたって各々の部材の損傷が少なくなるような丁寧な解体を必要とする。これらのうち、ここでは、丁寧な解体の対象となる部材継ぎ手の高力ボルト摩擦接合を取り上げる。これらの解体材を定尺のリユース材とするには部材継ぎ溶接、あるいはボルト穴の穴埋め溶接等を行う。さらに、それらの部材において、ガセットプレート、スチフナ、母屋取付金物等（以下、プレート加工材という）の取り付け場合には、構造性能に与える影響が少なくなるように、部材の切断、グラインダー仕上げ等の加工を行う。

(a) 山形のラーメン構造 (b) 主要構造部材の模式図

図1 圧延H形鋼の使用例

表1 リユース材の等級

等級*1	性能評価*2	部材継ぎ溶接	穴埋め溶接	プレート加工材
グレードA+	○	○	--	--
グレードA-	○	○	--	○
グレードB+	○	--	○	--
グレードB-	○	--	○	○
グレードC+	○	○	○	○
グレードC-	--	○	○	○

注*1 使用部材（余剰材、端材、丁寧な解体による解体材）

注*2 性能評価（ミルシートまたは性能評価シートの有無）

これらを考慮すると、リユース材の等級は、丁寧な解体によって得られた解体材を単独でリユース材とする場合、あるいは余剰材・端材と組み合わせる場合の各々に対して、概ね加工方法により表1に示すように分類できる。ただし、表1に示したリユース材は全て塗膜が確保されているものとする。グレードA+、A-は部材継ぎ溶接のある部材のうち、プレート加工材の有無の場合である。グレードB+、B-は、穴埋め溶接のある部材のうち、プレート加工材の有無の場合である。グレードC+、C-は部材継ぎ溶接及び穴埋め溶接、かつ、プレート加工材を有する部材のうち、ミルシートまたは性能評価シートの有無の場合である。等級の決定されたリユース材はデータベース上に登録しておけば、プロダクトモデルを利用して加工前にデータベース上でアセンブルすることもできる。

このように、リユース材の構造性能の差異と加工性の大小による経済的価値を考慮してリユース材の等級を設定することができる。

2.3 リユース材の加工

2.2で示したリユース材のうち、部材継ぎ溶接、穴埋め溶接の加工は次のようになる。

1) 部材継ぎ溶接

解体材を溶接接合にて定尺寸法にする場合、圧延H形鋼の公差による食違いが生じる。突合せ継手の食違いの管理許容差は既往の指針等^{11) 12) 13)}によると下記ようになる。

・ $t \leq 15\text{mm}$ の場合、 $e \leq 1.0\text{mm}$ ($e \leq 1.5\text{mm}$)

・ $t > 15\text{mm}$ の場合、 $e \leq t/15$ かつ $e \leq 2.0\text{mm}$

($e \leq t/10$ かつ $e \leq 3.0\text{mm}$)

上記の t 、 e 、 $()$ は板厚、食違い、限界許容差を示す。

表2 試験体一覧表

試験体名		使用鋼材
新材料	A-1	①
	A-2	②
部材継ぎ溶接	公差なし	C-0
	公差2mm	C-2
	公差5mm	C-5
穴埋め溶接	アーク溶接	B-ARC
	CO ₂ 溶接	B-CO2

注) 使用鋼材①②は、圧延H形鋼(H-390×300×10×16)の各々上下フランジから採取したものである。

(a) 部材継ぎ溶接用試験体

(b) 穴埋め溶接用試験体

図2 試験体の形状

ここでは、突合せ溶接におけるスカラップの有無、公差による食違いの構造性能への影響を検討する。

2) 穴埋め溶接

高力ボルト接合とした部材継手におけるボルト穴の加工方法として、下記の方法がある。

- ①ボルト穴を含む梁端部を切断する。
- ②ボルト穴を埋めずに使用し、構造的な欠損を考慮する。
- ③ボルト穴を穴埋め溶接して利用する。

これらのうち、③を取り上げ、外見を良くするために中にボンチカスやきりこを入れ、両面を溶接して仕上げる穴埋め溶接とする。なお、部材継ぎ溶接及び穴埋め溶接したリユース材の性能評価にあたって、材質、化学成分分析、機械的性質等は別途実験により確認する。

3. 基礎実験による性能評価

2. で示したリユース材の加工を想定し、性能評価のために基礎実験として引張試験を行う。なお、表1に示したプレート加工材の影響は考慮しないものとする。

3.1 試験体形状及び試験方法

試験体は基本試験体を除き、リユース材の組み合わせを想定して部材継ぎしたものとする。リユース材とリユース材の部材継ぎ部における構造性能は、リユース材と新材の組み合わせのそれと同等かあるいは劣ることが想定されるからである。試験体は、表2に示すように部材継ぎ溶接用、穴埋め溶接用の7種類の各々3体とし、全てSS400の圧延H形鋼(H-390×300×10×16)から採取する。試験体に使用した材料の機械的性質を表3に示す。

1) 部材継ぎ溶接用試験体

部材継ぎ溶接用試験体は、フランジの公差による食違いとしてその管理目標値である2mmとそれを超えた場合の5mmとする。部材継ぎ溶接用試験体の形状を図2(a)に示す。試験体の溶接は、半自動炭酸ガスアーク溶接(以下、CO₂溶接という)を用い、

表3 新材の機械的性質

部位	使用鋼材	鋼種	降伏耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
フランジ	①	SS400	320	459	28
	②	SS400	297	463	29

(a) 部材継ぎ溶接用試験体 (b) 穴埋め溶接用試験体
図3 歪ゲージの貼付位置

表4 穴埋め試験体の溶接条件

溶接種類	電流 A	電圧 V	運棒 速度 mm/min	溶接棒の種類	溶接棒 の径 mm
アーク溶接 (交流)	175	--	220	軟鋼用 (イルミナイト系)	4.0
CO ₂ 溶接 (直流)	180	25	220	ガスシールドアーク 溶接用 (低水素系)	1.2

溶接後、ポータブル自動切断機によりエンドタブを切断し、グラインダーで切断面と溶接の余盛り部分を仕上げる。

2) 穴埋め溶接用試験体

穴埋め溶接用試験体は、パンチングにて中抜きしたボンチカス(板厚9.0mm、φ18mm)を使用し、溶接後、余盛り部分をグラインダーで仕上げる。その際、溶接方法の違いによる強度への影響を調べるため、被覆アーク溶接(以下、アーク溶接という)、CO₂溶接の2種類とする。穴埋め溶接試験体の形状を図2(b)に示す。また、穴埋め溶接の溶接条件を表4に示す。

載荷方法はアムスラー試験機による単純引張とする。各試験体について、母材の一般部、溶接による母材の熱影響部、溶接部に歪ゲージを貼り、各々についてデータを計測する。各試験体における歪ゲージの貼付位置を図3に示す。

3.2 実験結果及び考察

実験結果一覧表を表5に示す。部材継ぎ溶接、穴埋め溶接の場合、熱影響部近傍または熱影響部で破断した。これは溶着金属の強度が母材のそれよりも大きいことによると考える。新材(A-1, A-2)及び部材継ぎ溶接用試験体(C-0, 2, 5)の降伏点、引張強さ、伸びは、全てJISの基準値を満たしている。これに対して、穴埋め溶接用試験体(B-ARC, B-CO₂)は降伏点においてJISの基準値を満たしているが、引張強さ・伸びにおいて満たしていない。B-CO₂の降伏点は溶け込み量が多くなるため、B-ARCのそれよりもやや大きくなるが、溶接方法の違いによる強度への影響は見られない。

A-2, C-0, C-2, C-5の熱影響部(CH-2)における荷重歪曲線を図4(a)に示す。C-0, C-2, C-5共に弾性域では新材料であるA-2とほぼ同じ荷重歪曲線を示している。C-0とC-2の熱影響部の最大歪は10～15%であり、この部分においての公差の影響は少ないと言える。しかし、管理目標値である2mmを超えるC-5(食違い:5mm)の最大歪は5%に達して

(a) 部材継ぎ溶接 (b) 穴埋め溶接

図4 荷重歪曲線

表5 実験結果一覧表

試験 体名	降伏点		引張強さ		伸び		破断箇所
	JIS N/mm ²	実験値 N/mm ²	JIS N/mm ²	実験値 N/mm ²	JIS %	実験値 %	
A-1		320		459		28	中央部
A-2		297		463		29	中央部
B-ARC		290		365		7	熱影響部
B-CO ₂	245以上	320	400～510	365	17以上	7	熱影響部
C-0		301		463		26	熱影響部近傍
C-2		315		487		22	熱影響部近傍
C-5		289		450		21	熱影響部近傍

おらず、歪硬化域における伸びがC-0及びC-2のそれよりも小さくなる傾向を示す。また、図4(a)の拡大図に示すようにC-2とC-0の弾性域の初期剛性はほとんど同じであるが、C-5においては偏芯の影響によりそれより小さくなっている。

A-1、B-ARC、B-C02の熱影響部(CH-2)における荷重歪曲線を図4(b)に示す。B-ARC、B-C02共に弾性域ではA-1とほぼ同じ荷重歪曲線を示すものの、歪硬化域における最大歪が4%前後である。これは、ボンチカス、溶着金属、母材が溶け込んでいるため、断面欠損の影響は弾性域において見られないものの、母材とボンチカスの溶接部に応力が集中するため、塑性域以降において差異が生じたものと推定される。また、降伏比が大きく、歪硬化域の伸びが小さくなる。

これらのことから、公差による食違いの許容値を満たす部材継ぎ溶接、穴埋め溶接を有する部材の荷重歪関係は、塑性範囲では異なるものの、弾性範囲では新材と同様の傾向を示すと考える。

4. 部材実験による性能評価

3. で示した基礎実験を踏まえ、リユース材を想定した部材を柱及び梁材に使用した場合の構造性能を部材実験により確認する。

4.1 試験体形状

試験体は、3. で示した基礎実験と同様に部材継ぎ溶接用、穴埋め溶接用、従来の基本試験体の計5体である(表6)。そのパラメータとして、断面欠損の影響を考慮してノンスカラップ(R-2)、スカラップ付(R-3)、フランジの公差による食違い(ノンスカラップ)の部材継ぎ溶接(R-4)、穴埋め溶接(R-5: ボルト穴径 $\phi 28$)を選定する。試験体は柱及び梁共にSS400の圧延H形鋼(H-500 $\times$ 200 $\times$ 10 $\times$ 16)の新材から採取する。R-2の部材継ぎ部のフランジ(ルート面: 0 $\sim$

表6 試験体一覧表

試験体記号	材質	柱・梁
R-1 基本試験体	SS400	H-500 $\times$ 200 $\times$ 10 $\times$ 16
R-2 部材継ぎ溶接(ノンスカラップ)		
R-3 部材継ぎ溶接(スカラップ付)		
R-4 部材継ぎ溶接(ノンスカラップ: 食違い3mm)		
R-5 穴埋め溶接		

表7 試験体の溶接条件

溶接種類	電流 A	電圧 V	運棒速度 mm/min	溶接棒の種類	溶接棒の径 mm
CO ₂ 溶接 (直流)	365	37	30	YGW11	1.2

表8 使用鋼材の機械的性質

鋼種	降伏点 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %
SS400	332	443	32

2mm、ルート間隔: 7mm)は、図5(a)に示すようにR部まで裏開先を取り、フランジ表をガウジングする。R-3のフランジはルート面がR-2と同じで、図5(b)に示すようにスカラップ(R=35mm)に裏当金(9mm $\times$ 35mm)を使用している。R-4の部材継ぎ部のフランジは図5(c)に示すように3mmの食違いとし、R-2と同様の開先形状とする。なお、ウェブの開先角度は各試験体ともに45 $^{\circ}$ とする。R-2のボルト穴位置は部材継ぎ溶接部の前後40mmの位置のフランジの位置とする。

各試験体の部材継ぎ溶接の余盛り部分、エンドタブは、基礎実験と同様に溶接部をグラインダー仕上げとするが、エンドタブ(5mm)の溶接の余盛り部分はそのまま残し、表面をグラインダー仕上げとする。R-1を除く各試験体の部材継ぎは、梁の塑性化が想定される領域がスパンの1/10程度であること¹⁴⁾から、柱梁接合部の柱フェースから500mm離れた位置に設定する。柱梁接合部のウェブには、PL-12(410 $\times$ 410)を全周隅肉溶接により補強する(図6(a))。試験体に使用した溶接条件、使用鋼材の機械的性質を各々表7、表8に示す。

注1) 穴埋め溶接用ボルト穴(4- $\phi 28$)はR-5の穴埋め溶接位置を示す。

2) 部材継ぎ位置及び柱梁接合部近傍の番号は歪ゲージ番号()は内フランジ側の番号)を示す。

(c) 試験体形状及び実験装置

図6 実験概要

図5 各試験体の詳細

図7 荷重プログラム

4.2 荷重及び測定方法

実験装置は図6(c)に示すように柱梁接合部を想定した実大T字型とする。各試験体について、梁の部材継ぎ溶接部と梁端部近傍(柱梁接合部の柱フェースより40mmの梁フランジ位置)に歪ゲージを貼り、各々についてデータを測定する。各試験体の変位計、歪ゲージの貼付位置を図6(c)に示す。柱両端部をピン支持とし、梁端部に取り付けられたアクチュエーターを用いて荷重する。荷重プログラムは梁部材角(1/800、1/400、1/200、1/100、1/50、1/25)をそれぞれ圧縮方向、引張方向を2回づつ、最大耐力以降の20%低下時まで正負交番繰り返し荷重とする¹⁵⁾(図7)。なお、梁部材角($R = \delta / L$)は荷重点の水平変位 δ の柱フェースと荷重点間距離($L=2100\text{mm}$)に対する比率である(図6(b))。

4.3 実験結果及び考察

各試験体の実験結果一覧表を表9に示す。

1) 破壊性状

各試験体の破壊状況を図8に示す。基本試験体(R-1)、部材継ぎ溶接用試験体(R-2～4)、穴埋め溶接用試験体(R-5)ともに部材継ぎ部近傍と柱フェース間の梁フランジの塑性域における局部座屈により最大耐力に達した。梁フランジの局部座屈は梁部材角0.025rad.時近傍の時点である。R-2、R-4、R-5の全塑性モーメントは全断面有効とした算定値 $M_p = 724\text{kNm}$ をいずれも下回っている。これらは、柱梁接合部のスカラップの影響によるものと考えられる。これらのことは、部材継ぎ溶接部におけるスカラップの有無、公差による食違い、穴埋め溶接が破壊性状に与える影響が少ないことを示唆している。

2) 復元力特性

各試験体の荷重と梁部材角の関係を図9に示す。ここで、全塑性モーメントは荷重変位曲線の弾性剛性と二次剛性を表す接線との交点の荷重として求めた。各試験体とも荷重振幅を増加させるごとに耐力が上昇して前振幅時の履歴を包含する紡錘形の安定した弾塑性履歴性状を示している。各試験体とも梁部材角0.025rad.を超えた段階で最大耐力に達し、その後、徐々に耐力が低下した。中でも、R-3は部材継ぎのスカラップによるフランジの拘束の影響で他の試

験体より最大耐力後の耐力低下が少ない。各試験体ともに最大耐力に達するまで正側荷重と負側荷重において安定した履歴性状を示し、基本試験体と部材継ぎ溶接、公差による食違い(3mm)、穴埋め溶接による影響は見られなかった。なお、梁部材角0.01rad.時における各試験体の梁端部の回転角は、約80%を占める。これらのことから各試験体の復元力特性は概ね同様の挙動を示すと考える。

3) 歪分布

各試験体の正側荷重と負側荷重における部材継ぎ溶接部の引張側及び圧縮側フランジの歪分布、各試験体の梁端部近傍の歪分布を各々図10、図11に示す。各試験体の最大歪は梁部材角0.01rad.時の部材継ぎ溶接部において0.3%以下、梁端部近傍において2.0%以下である。各試験体の部材継ぎ溶接部の歪は梁部材角0.01rad.時までほとんど類似の傾向を示しており、正側荷重と負側荷重において差異は見られない。R-5の部材継ぎ溶接部は、梁部材角0.02rad.時において、ウェブライン上のフランジ歪において形状の不連続の影響により局部的な歪(歪ゲージ番号:3、12)が増大する。各試験体ともに梁部材角が大きくなるに連れて上下フランジにおける塑性歪が広がっている。梁部材角0.02rad.時のR-1～4の部材継ぎ溶接部の最大歪は、R-5よりも小さいものの、梁端部近傍の最大歪は、R-5より大きくなる傾向となる。

これらのことから基礎実験と照らし合わせても梁部材角0.01rad.までは、試験体の各歪は部材継ぎ溶接部におけるスカラップの有無、公

表9 実験結果一覧表

試験体 記号	破壊性状	初期剛性 kNm/rad.	全塑性 モーメント kNm	降伏 部材角 rad.	最大耐力	
					引張 kN	圧縮 kN
R-1	局部座屈	77,955	630	0.0089	340	335
R-2	局部座屈	80,460	672	0.0090	383	340
R-3	局部座屈	76,655	641	0.0091	361	328
R-4	局部座屈	79,152	693	0.0098	389	341
R-5	局部座屈	77,163	662	0.0092	355	345

注 1) 各試験体の破壊性状は梁フランジの局部座屈である。

2) 全塑性曲げモーメントは、降伏部材角時の梁端部の曲げモーメントにより算定した。

図8 破壊状況

図9 荷重と梁部材角の関係

差による食違い、穴埋め溶接による影響をほとんど受けないと考える。すなわち、リユース材の構造性能は概ね、穴埋め溶接部の局所的な歪の影響を除くと従来の加工と同様の方法により確保できることになる。

4.4 リユース材のクライテリアに関する一考察

靱性の要求されるグレードの建物を設計する場合、リユース材の部材継ぎの使用箇所において過大な塑性歪が生じていないことを確認する必要がある。ここで示した結果は静的試験によるものではあるが、既往の研究^{15) 16)}によると柱梁接合部の動的載荷試験の結果、普通鋼材の平均歪範囲は $\pm 0.8\%$ 以内であることが報告されている。これは、リユース材をこの歪範囲内で使用すれば継続的に使用できることを示唆している。また、レベル2に相当する大地震時の許容層間変形角を $1/100$ とした場合、梁端の回転角は梁端部が塑性化していれば、 $0.006 \sim 0.008 \text{ rad}$ 生じるとされている。本実験において、部材継ぎ溶接部の塑性歪は 3 mm の食違いの場合でも、梁部材角 0.01 rad 時までの局所的な歪を除くと、 0.3% 以下である。この場合、部材の塑性歪が目標性能を満たしていれば、新材と同様にリユース材を使用できるものの、満たしていない部位ではリユース材の部材継ぎを避けた方が好ましいと考える。これに対して、損傷制御設計^{17) 18) 19)}のように、制振部材等のみに塑性化を限定する場合には、主要構造部材が弾性挙動するため、リユース材を設計へ適用するにあたっての制約をほとんど受けないと考える。また、弾性部材として設計する小梁や間柱等の二次部材も同様である。

5. 結論

本論では、リユース材を想定した圧延H形鋼に関し、部材継ぎ溶接部におけるスカラップの有無や公差による食違い、穴埋め溶接をパラメータとして、その構造性能を実験により確認した結果、下記のことが明らかになった。

- 1) リユース材の対象とした圧延H形鋼を、性能評価シート、部材継ぎ溶接、穴埋め溶接、プレート加工材の有無によりA～C(+、-)の等級に分類した。
- 2) リユース材を想定した部材(等級A+、B+)の基礎実験によれば、食違いの許容値を満たす部材継ぎ溶接、穴埋め溶接を有する場合、塑性範囲での挙動は異なるものの、弾性範囲では新材と同様の挙動を示す。
- 3) リユース材を想定した柱梁接合部(等級A+、B+)の部材実験によれば、部材継ぎ溶接や穴埋め溶接を有する柱梁接合部の破壊性状は同様の傾向を示す。
- 4) 柱梁接合部の復元力特性は各試験体ともに概ね同様の挙動を示し、部材継ぎ溶接部におけるスカラップの有無や公差による食違い、穴埋め溶接による影響をほとんど受けない。
- 5) 柱梁接合部の部材継ぎ部の最大歪は各試験体ともに梁部材角 0.01 rad までは 0.3% 以下であるが、梁部材角 0.02 rad になると穴埋め溶接において局所的な歪が増大する。

本論では、リユース材を想定した圧延H形鋼に関し、部材継ぎ溶接におけるスカラップの有無や公差による食違い、穴埋め溶接をパラメータとして、その構造性能を実験により確認したものである。これらの性能は多様な鋼材(寸法・形状等)においても同様の傾向であると考えている。今後、リユース材のクライテリアは設計マニュアル、加工マニュアル、解体マニュアルにおいて随時検討する予定である。

(a) 0.01rad. 正側載荷

(b) 0.01rad. 負側載荷

(c) 0.02rad. 正側載荷

(d) 0.02rad. 負側載荷

図10 部材継ぎ部の歪分布(歪ゲージ番号:1～9)

(a) R-1

(b) R-2

(c) R-3

(d) R-4

(e) R-5

図11 梁端部近傍の歪分布(0.01rad. 正側載荷時)

謝辞

本研究にあたり、神奈川大学技官村井正敏氏、神奈川大学学部学生(当時)山内大輔氏、沖田真一氏の協力を得ました。記して深く感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 日本建築学会：活動レポート「気候温暖化への建築分野での対応(1999.12 会長声明)」、建築雑誌 Vol.113、No.1417、1998.1
- 2) 日本建築学会編：地球環境建築のすすめ、彰国社、2002.8
- 3) 日本建築学会：特集「気候変動と建築」京都議定書は建築をどう変えるか、建築雑誌 Vol.117、No.1487、2002.4
- 4) 日本建築学会構造委員会鋼構造運営委員会：建築鋼構造における環境性とは何か、2002 年度日本建築学会大会(北陸)構造部門パネルディスカッション、2002.8
- 5) 鋼材倶楽部：サステナブル建築とスチール、2001.9
- 6) 山田哲、黒川礼子、會澤貴浩、岩田衛：廃棄物量とLCCO₂量に着目した鉄骨造建物における環境負荷の評価、日本建築学会構造系論文集、第554号、pp.131-137、2002.4
- 7) 岩田衛、堂野前等、久松雄治：建築鉄骨構造のライフサイクルにおける環境負荷削減のシナリオとその評価、日本建築学会構造系論文集、第533号、pp.167-173、2000.7
- 8) 藤田正則、前田親範、小河利行、岩田衛：建築鋼構造のリユースシステムに関する研究 データベースの構築方法の提案、日本建築学会環境系論文集、第587号、pp.93-98、2005.1
- 9) 藤田正則、前田親範、岩田衛：建築鋼構造のリユースシステムに関する研究 ストックヤードの設置方法の提案、日本建築学会環境系論文集、第579号、pp.105-110、2004.5
- 10) 八幡製鐵株式会社：鉄骨フレームのプレハブ化 ヤハタ=スタンフレーム、カラム N0.18 pp.111-116、1966.4
- 11) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工場製作編、1996.2
- 12) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2003.6
- 13) 日本建築学会：鉄骨精度測定指針、2003.5
- 14) 国土交通省住宅局建築指導課・日本建築主事会議・(財団法人)日本建築センター：建築物の構造関係技術基準解説書、2001.3
- 15) 前田泰史、鈴木庸介、岸野泰章、黄一華、大島豊、岩田衛、和田章：ダンパー付き鋼構造骨組における梁端フランジ溶接部の力学的特性、日本建築学会構造系論文集、第529号、pp.159-166、2000.3
- 16) 岡田健、松本由香、山田哲：H形鋼梁の変形能力に柱梁接合部における継手効率が及ぼす影響の評価、日本建築学会構造系論文集、第568号、pp.131-138、2003.6
- 17) 和田章、岩田衛、清水敬三、安部重孝、川合廣樹：建築物の損傷制御設計、丸善、1998.9
- 18) 岡田健、山本重治、山田哲、岩田衛：サステナブルビル構造システムの柱梁接合部に関する実験、日本建築学会構造系論文集、第591号、pp.145-152、2005.5
- 19) 會澤貴浩、黒川礼子、山田哲、岩田衛：サステナブルビル構造システムの提案とその基本的特性、日本建築学会環境系論文集、第581号、pp.109-116、2004.7

(2005年6月9日原稿受理、2005年11月4日採用決定)